Estimation de la perte de poids subie par l'oursin vert (*Strongylocentrotus droebachiensis*) suivant sa sortie de l'eau et comparaison de deux techniques de mesure du diamètre du test

L. Pelletier, H. Bourdages et S. Brulotte

Direction régionale des sciences
Ministère des Pêches et des Océans
Institut Maurice-Lamontagne
C. P. 1000, 850 route de la Mer
Mont-Joli (Québec)
G5H 3Z4

2001

Rapport canadien à l'industrie sur les sciences halieutiques et aquatiques 264

Rapport canadien à l'industrie sur les sciences halieutiques et aquatiques

Les rapports à l'industrie contiennent les résultats des activités de recherche et de développement qui peuvent être utiles à l'industrie pour des applications immédiates ou futures. Ils sont surtout destinés aux membres des secteurs primaire et secondaire de l'industrie des pêches et de la mer. Il n'y a aucune restriction quant au sujet; de fait, la série reflète la vaste gamme des intérêts et des politiques du ministère des Pêches et des Océans, c'est-à-dire les sciences halieutiques et aquatiques.

Les rapports à l'industrie peuvent être cités comme des publications complètes. Le titre exact paraît au-dessus du résumé de chaque rapport. Les rapports à l'industrie sont résumés dans la revue *Résumés des sciences aquatiques et halieutiques*, et ils sont classés dans l'index annuel des publications scientifiques et techniques du Ministère.

Les numéros 1 à 91 de cette série ont été publiés à titre de rapports sur les travaux de la Direction du développement industriel, de rapports techniques de la Direction du développement industriel, et de rapports techniques de la Direction des services aux pêcheurs. Les numéros 92 à 110 sont parus à titre de rapports à l'industrie du Service des pêches et de la mer, ministère des Pêches et de l'Environnement. Le nom actuel de la série a été établi lors de la parution du numéro 111.

Les rapports à l'industrie sont produits à l'échelon régional, mais numérotés à l'échelon national. Les demandes de rapports seront satisfaites par l'établissement auteur dont le nom figure sur la couverture et la page du titre. Les rapports épuisés seront fournis contre rétribution par des agents commerciaux.

Canadian Industry Report of Fisheries and Aquatic Sciences

Industry reports contain the results of research and development useful to industry for either immediate or future application. They are directed primarily toward individuals in the primary and secondary sectors of the fishing and marine industries. No restriction is placed on subject matter and the series reflects the broad interests and policies of the Department of Fisheries and Oceans, namely, fisheries and aquatic sciences.

Industry reports may be cited as full publications. The correct citation appears above the abstract of each report. Each report is abstracted in *Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts* and indexed in the Department's annual index to scientific and technical publications.

Numbers 1-91 in this series were issued as Project Reports of the Industrial Development Branch, Technical Reports of the Industrial Development Branch, and Technical Reports of the Fisherman's Service Branch. Numbers 92-110 were issued as Department of Fisheries and the Environment, Fisheries and Marine Service Industry Reports. The current series name was changed with report number 111.

Industry reports are produced regionally but are numbered nationally. Requests for individual reports will be filled by the issuing establishment listed on the front cover and title page. Out-of-stock reports will be supplied for a fee by commercial agents.

102-02512/

Rapport canadien à l'industrie
sur les sciences halieutiques et aquatiques 264

2001

Estimation de la perte de poids subie par l'oursin vert (*Strongylocentrotus droebachiensis*) suivant sa sortie de l'eau et comparaison de deux techniques de mesure du diamètre du test

Line Pelletier, Hugo Bourdages et Sylvie Brulotte

Direction régionale des sciences
Ministère des Pêches et des Océans
Institut Maurice-Lamontagne
C. P. 1000, 850 route de la Mer
Mont-Joli (Québec) G5H 3Z4

© Ministre des Travaux publics et services gouvernementaux Canada 2001
No de cat. Fs 97-14/264F ISSN 0704-3708

On devra citer la publication comme suit :

Pelletier, L., H. Bourdages et S. Brulotte. 2001. Estimation de la perte de poids subie par l'oursin vert (*Strongylocentrotus droebachiensis*) suivant sa sortie de l'eau et comparaison de deux techniques de mesure du diamètre du test. Rapp. can. ind. sci. halieut. aquat. 264 : vi+ 14 p.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES FIGURES iv
LISTE DES ANNEXES iv
RÉSUMÉ vi
ABSTRACT vi
INTRODUCTION 1
MATÉRIEL ET MÉTHODES 1
RÉSULTATS ET DISCUSSION 2
1. État général des oursins au cours de l'expérience 2
2. Perte de poids chez l'oursin 2
3. Effet de l'alimentation de l'oursin sur la perte de poids 3
4. Comparaison des deux techniques de mesure du diamètre du test 4
CONCLUSION 4
RÉFÉRENCES 5
REMERCIEMENTS 5

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Panier utilisé pour l'entreposage des oursins 6

Figure 2. Vue externe de l'oursin a) face dorsale et b) face ventrale 6

Figure 3. Pertes de poids cumulatives (g) selon le poids initial des oursins verts pour différentes périodes d'entreposage 7

Figure 4. Pertes de poids cumulatives (%) selon le poids initial des oursins verts pour différentes périodes d'entreposage 7

Figure 5. Pertes de poids quotidiennes et cumulatives (%) en fonction du temps d'entreposage chez l'oursin vert 8

Figure 6. Pertes de poids quotidiennes et cumulatives (%) en fonction du temps d'entreposage chez les oursins verts de taille commerciale (≥ 50 mm) 8

Figure 7. Écarts-types associés à la moyenne des diamètres pour chaque oursin selon les deux techniques de mesure 9

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1. Diamètre du test, poids initial à la sortie de l'eau et pertes de poids cumulées après 24, 48, 72 et 144 heures chez l'oursin vert 10

Annexe 2. Pertes moyennes de poids par jour (g), écarts-types et valeurs minimales et maximales observés chez l'oursin vert pour différentes périodes d'entreposage 11

Annexe 3. Pertes moyennes de poids par jour (%), écarts-types et valeurs minimales et maximales observés chez l'oursin vert pour différentes périodes d'entreposage 11

Annexe 4. Pertes moyennes de poids par jour (%), écarts-types et valeurs minimales et maximales observés chez l'oursin vert de taille commerciale (≥ 50 mm) pour différentes périodes d'entreposage 11

Annexe 5. Résultats de l'analyse déterminant l'effet de l'alimentation chez l'oursin vert sur le pourcentage de perte de poids observé dans les trois jours suivant la sortie de l'eau 12

Annexe 6. Résultats obtenus par les deux techniques de mesure de diamètre du test chez l'oursin vert 13

Annexe 7. Moyenne et valeurs minimale et maximale des écarts-types associés à la mesure de diamètre selon la taille de l'oursin et la méthode utilisée. 14

RÉSUMÉ

Pelletier, L., H. Bourdages et S. Brulotte. 2001. Estimation de la perte de poids subie par l'oursin vert (*Strongylocentrotus droebachiensis*) suivant sa sortie de l'eau et comparaison de deux techniques de mesure du diamètre du test. Rapp. can. ind. sci. halieut. aquat. 264 : vi + 14 p.

L'évaluation de la perte de poids subie par l'oursin vert en fonction du temps d'entreposage a été réalisée en réponse à des demandes du groupe de travail sur l'oursin vert et d'industriels de la pêche à l'oursin du Québec. Une expérience en laboratoire utilisant des oursins d'élevage a permis d'évaluer la perte de poids qui suit la sortie de l'eau durant six jours consécutifs d'entreposage dans une chambre froide à 4 °C. Les pertes de poids observées variaient en relation avec le temps d'entreposage et le poids initial de l'oursin. Les pertes de poids moyennes quotidiennes exprimées en % du poids initial ont été plutôt stables durant toute l'expérience (de 0 à 144 heures). Pour les oursins de taille commerciale (≥ 50 mm de diamètre), les pertes de poids cumulées après 24, 48, 72 et 144 heures d'entreposage étaient estimées à environ 2, 5, 7, et 14 % du poids initial de l'oursin à sa sortie de l'eau. L'alimentation préalable des oursins n'avait pas d'influence sur les pertes de poids observées. Par ailleurs, deux techniques de mesure du diamètre du test à l'aide du vernier ont été comparées. Une mesure rapide sans repérage sur le test a donné des résultats comparables à ceux obtenus lorsqu'une attention particulière était portée au positionnement précis du vernier sur les plaques ambulacraire et inter ambulacraire opposées.

ABSTRACT

Pelletier, L., H. Bourdages et S. Brulotte. 2001. Estimation de la perte de poids subie par l'oursin vert (*Strongylocentrotus droebachiensis)* suivant sa sortie de l'eau et comparaison de deux techniques de mesure du diamètre du test. Rapp. can. ind. sci. halieut. aquat. 264 : vi + 14 p.

An evaluation of the weight loss by green sea urchins during storage was carried out in response to requests by the working group on green sea urchins and the urchin fishing industry of Québec. A laboratory experiment using sea urchins from our wetlab facilities allowed us to evaluate the weight loss over six days following the removal of sea urchins from the water and subsequent cold-room storage at 4°C. The weight loss varied in relation to the storage period and the initial weight. The daily average weight losses, expressed as percentages of the initial weight, were rather stable over the experiment (from 0 to 144 hours). For sea urchins of commercial size (test diameter ≥ 50 mm), the weight losses after 24, 48, 72, and 144 hours of storage were estimated to be approximately 2, 5, 7, and 14% of the initial weight of the urchin when it was removed from the water. Feeding of sea urchins prior to removal had no effect on the observed weight loss. In addition, two techniques for measuring the test diameter using a vernier caliper were compared. A fast measurement gave results comparable to those obtained when special care was taken to the exact positioning of the calipers on the opposite ambulacral and interambulacral plates.

INTRODUCTION

L'intérêt pour l'exploitation commerciale de l'oursin vert présent sur les côtes québécoises est récent (MPO 2000). Les intervenants québécois désireux de participer au développement de cette nouvelle industrie se sont regroupés pour partager l'information et jeter les bases d'une stratégie globale de développement pour les activités de pêche et d'aquaculture lors de l'Atelier sur le développement durable de l'oursin vert en 1996 (MAPAQ 1997) et lors du Colloque sur l'avenir des espèces sous-exploitées (Nadeau 1997). De ces rencontres, un groupe de travail sur l'oursin vert a vu le jour au Québec en février 1998 et a réuni des représentants de diverses organisations dont le Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, le Centre Spécialisé des Pêches de Grande-Rivière et le Ministère des Pêches et des Océans.

Lors des premières discussions du groupe de travail concernant l'élaboration des projets de recherche, il est apparu évident qu'un protocole commun des prises de mesures morphométriques de l'oursin devait être adopté. En effet, selon le type d'activités de recherche de chacun réalisées sur le terrain ou en laboratoire, l'oursin est pesé en mer immédiatement à sa sortie de l'eau ou suivant un séjour sur un transporteur ou encore un entreposage au réfrigérateur d'un ou plusieurs jours. La différence de poids engendrée par le moment de la pesée devait être estimée afin de pouvoir comparer les différents résultats des études poursuivies par les membres du groupe de travail.

Lors de rencontres, les pêcheurs de l'oursin vert ont aussi mentionné leur intérêt pour que soit évaluée la perte de poids subie par l'oursin entre la capture en mer et l'arrivée à l'usine de transformation. Selon les pêcheurs, les poids payés par les acheteurs et transformateurs à l'usine étaient de beaucoup inférieurs aux poids de leur capture.

L'objectif principal de ce travail consistait à obtenir une estimation de la perte de poids graduelle subie par l'oursin au cours des quelques jours suivant sa sortie de l'eau. Un objectif secondaire a été ajouté dans le but d'évaluer la précision et la méthode idéale pour la mesure du diamètre du test[1] de l'oursin vert à l'aide d'un vernier.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

La perte de poids chez l'oursin a été estimée à partir d'oursins verts, *Strongylocentrotus droebachiensis,* provenant d'élevage. Ces oursins étaient gardés en bassin depuis plusieurs mois sous des conditions de température, de salinité et de photopériode semblables aux conditions naturelles de l'estuaire du Saint-Laurent au large de l'Institut Maurice-Lamontagne à Mont-Joli (Québec). L'expérience s'est déroulée à l'Institut au cours du mois de septembre 1999.

L'expérience a été effectuée sur deux groupes de 60 oursins dont le diamètre variait entre 17,5 et 70,4 mm. Les oursins de chaque groupe ont été retirés des bacs d'élevage puis pesés une première fois entre 15 et 45 minutes suivant la sortie de l'eau. Ils ont ensuite été entreposés dans une chambre froide à 4° C conformément à la pratique commerciale (communication personnelle,

[1] Test : enveloppe rigide formée d'un assemblage de plaques calcaires qui protègent les organes internes chez l'oursin. Le test est muni d'épines mobiles et recouvert d'un mince épiderme.

G. Bérubé, Échinord Inc., Saint-Fabien, Québec) dans des paniers d'égouttement en plastique munis de cloisons permettant d'isoler et d'identifier chaque oursin (Figure 1). Les autres séances de pesée ont eu lieu après 24, 48, 72 et 144 heures d'entreposage pour le premier groupe de 60 oursins et après 24, 48 et 72 heures pour le second groupe. Pour des raisons d'ordre logistique, la mesure à 144 heures n'a pu être réalisée pour le second groupe. Lors des séances de pesée, les oursins étaient retirés de la chambre froide pour une période d'environ 45 minutes. Les pesées ont été réalisées à l'aide d'une balance Mettler PE 3600 dont la précision était de 0,01 g. Les oursin du premier groupe d'oursins ont été nourris à satiété avec des algues laminaires tout au long de l'élevage en bassin alors que ceux du second groupe ont jeûné au cours des deux semaines précédant l'expérience.

Lors des pesées, le diamètre de l'oursin a été mesuré à l'aide d'un vernier électronique Mitutoyo de 0,01 mm de précision fournissant ainsi quatre mesures de diamètre pour chacun des 120 oursins utilisés. Pour le premier groupe de 60 oursins, les mesures du diamètre étaient obtenues en plaçant l'une des pointes du vernier sur une plaque ambulacraire[2] (Figure 2) et en alignant soigneusement la seconde pointe sur la plaque interambulacraire opposée (méthode d'alignement par les plaques). Pour le second groupe d'oursins, le mesureur procédait beaucoup plus rapidement en mesurant le diamètre sans prendre de repère précis sur le test de l'oursin (méthode rapide sans repérage). Pour les deux techniques, les variations de mesures du diamètre de chaque oursin ont été exprimées par l'écart-type associé à la moyenne des lectures.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

1. État général des oursins au cours de l'expérience

À leur sortie de l'eau, tous les oursins étaient mobiles et semblaient en bon état. Après 24 heures d'entreposage, on a observé chez tous les individus une diminution de la mobilité et chez quelques-uns le début du bleuissement de la membrane du péristome[3]. La mobilité était alors généralement réduite aux mouvements d'épines seulement. De façon générale, les oursins ont semblé en bon état bien que peu vigoureux jusqu'à 72 heures après la sortie de l'eau à l'exception des individus plus petits que 30 mm qui semblaient déjà morts ou moribonds après 48 heures. Après 144 heures, les oursins présentaient un test sec et des épines sèches et cassantes. À ce moment, tous semblaient moribonds ou morts et ne répondaient à aucun stimulus.

2. Perte de poids chez l'oursin

Des pertes de poids ont été notées chez la majorité des oursins de toutes tailles tout au long de l'expérience. Les mesures des pertes de poids sont détaillées pour chaque oursin à l'Annexe 1.

---

[2] Le mot ambulacraire vient du mot latin *ambulare* qui signifie marcher. Les plaques ambulacraires qui forment le test de l'oursin sont percées d'une double rangée de minuscules pores connectés à des pieds tubulaires qui permettent à l'oursin de se déplacer. Le test de l'oursin vert est composé de cinq sections de plaques ambulacraires espacées par des sections de plaques inter ambulacraires ne portant pas de pieds (Figure 2).

[3] Le péristome est une ouverture entourant les dents située sur la face ventrale de l'oursin (Figure 2). Le péristome est recouvert d'une membrane flexible (membrane péristomique) qui permet le mouvement masticatoire.

Les oursins ont perdu en moyenne entre 0,9 et 1,5 g à chaque jour d'entreposage (Annexe 2). L'importance de la perte de poids était en relation avec le poids initial de l'oursin (Figure 3). Pour la majorité des oursins, les pertes de poids cumulatives sont demeurées généralement sous les 10 g sauf pour quelques individus pesant plus de 57 g. La plus importante perte de poids cumulative fut de 42,7 g et a été enregistrée après 144 heures d'entreposage chez un oursin de 65 mm de diamètre pesant au départ 105,9 g. Cette perte représentait une diminution de 40 % de son poids initial.

Les pertes de poids relatives quotidiennes étaient assez semblables à chaque jour entre les individus quelle que soit leur taille. En effet, lorsque la perte de poids cumulative est exprimée en pourcentage du poids initial de l'oursin, elle apparaît plus uniforme pour la majorité des individus (Figure 4). Les pertes cumulatives les plus importantes (> 20 % du poids initial) ont été notées chez un oursin pesant moins de 10 g ainsi que chez quelques gros individus de 95 g et plus. En proportion, les oursins de très petites tailles et ceux de plus grandes tailles ont perdu plus de poids que ceux des tailles intermédiaires. Cette non linéarité de la relation de la perte de poids selon le poids initial en fonction du temps s'explique difficilement à ce moment. Pour l'ensemble des oursins, les pertes cumulatives après 72 heures et 144 heures d'entreposage se situaient généralement en deçà de 10 % et de 20 % (Figures 4 et 5).

Au cours de la période d'entreposage en chambre froide, la perte de poids quotidienne chez l'oursin était assez constante dans le temps (Annexe 3 et Figure 5), soit autour de 2 % du poids par jour. Il est à noter qu'il y a eu une période de trois jours entre la pesée à 72 heures et celle de 144 heures et malgré tout, la perte de poids quotidienne entre 72 heures et 144 heures a été assez similaire aux autres périodes. Dans notre échantillon où le poids moyen des oursins se situait à 50,4 g (écart-type de 27,7 g), les pertes cumulatives ont été estimées à 2,1 %, 5,0 %, 7,6 % et 13,9 % du poids initial de l'oursin après 24 heures, 48 heures, 72 heures et 144 heures d'entreposage respectivement. La perte de poids est directement liée au temps d'entreposage en chambre froide.

Chez les oursins de taille commerciale de 50 mm et plus, les pertes de poids quotidiennes et cumulatives montrent les mêmes tendances (Annexe 4 et Figure 6). Le poids moyen des 69 oursins de l'échantillon utilisé se situait à 69,3 g (un écart-type de 18,0 g). Les pertes cumulatives ont été estimées à 2,1, 5,0, 7,5 et 13,9 % du poids initial après 24, 48, 72 et 144 heures d'entreposage en chambre froide.

3. Effet de l'alimentation de l'oursin sur la perte de poids

Bien que la perte de poids chez l'oursin puisse sans doute être attribuée en premier lieu à la déshydration, d'autres facteurs tels que le jeûne avant la capture ou l'excrétion pendant l'entreposage pourraient aussi contribuer à la perte de poids.

Dans cette expérience, l'effet de l'alimentation des oursins avant leur sortie de l'eau est apparu négligeable et n'expliquait pas la perte de poids. Afin d'identifier l'effet potentiel de la condition alimentaire sur la perte de poids, les pertes de poids de tous les oursins nourris à satiété et non nourris ont été comparées à l'aide d'une analyse de variance à mesures répétées pour laquelle

l'oursin était considéré comme l'unité expérimentale (Littell et al. 1996). Les résultats ont indiqué que l'effet de la condition alimentaire de l'oursin sur sa perte de poids était négligeable et non significatif alors que le temps influençait significativement ($p \leq 0,01$) les pertes de poids observées (Annexe 5). En outre, il n'y avait pas d'interaction significative entre les facteurs condition et temps.

4. Comparaison des deux techniques de mesure du diamètre du test

Chez l'oursin vert, la surface externe du test chez l'oursin vert est bosselée due à la présence d'épines et de mamelons à la base des épines. Par conséquent, il est difficile d'obtenir une mesure exacte du diamètre du test. Quelle que soit la technique de mesure utilisée, soit la technique d'alignement par les plaques ou celle rapide sans repérage, les mesures du diamètre du test variaient légèrement pour un même oursin. (Annexe 6).

Les moyennes des écarts entre les mesures tendent à augmenter légèrement à mesure que le diamètre de l'oursin grossit (Annexe 7 et Figure 7) malgré que les écarts maximum aient été obtenus sur des individus de taille intermédiaire par chacune des techniques.

La variabilité entre les mesures sur un même oursin est assez similaire pour les deux techniques utilisées. Dans le cas du groupe d'oursins mesurés sans repérage, les écarts-types obtenus variaient entre 0,1 et 2,4 mm alors qu'ils variaient entre 0,3 et 2,5 mm chez les oursins mesurés par la technique d'alignement des plaques (Annexe 7 et Figure 7). Puisqu'il n'y a pas de différence notable dans l'exactitude de la mesure de diamètre des deux techniques, le mesureur peut donc adopter la méthode rapide sans repérage qui économise du temps et donne des résultats comparables.

CONCLUSION

Les résultats de cette étude démontrent que les oursins perdent graduellement du poids suivant leur sortie de l'eau. Le taux de perte journalier semble constant au cours de la période d'entreposage (4 °C) et les pertes de poids peuvent atteindre environ 14 % du poids initial après 144 heures. Des pertes plus importantes peuvent probablement survenir dans des conditions d'entreposage moins adéquates. Puisque le poids des oursins verts diminue avec le temps après sa sortie de l'eau, les pêcheurs doivent s'attendre à ce que le poids de la capture soit réduit à l'arrivée chez l'acheteur en fonction du temps écoulé depuis la pêche.

Les résultats obtenus par cette étude constituent une première étape vers un protocole commun pour la prise de mesures morphométriques souhaité par les membres du groupe de travail sur l'oursin vert. En premier lieu, les relations entre les pertes de poids chez l'oursin vert et le temps d'entreposage mises en évidence dans cette étude devraient permettre la comparaison entre les différents travaux utilisant des mesures du poids total. L'alimentation préalable de l'oursin influencerait peu cette relation. De plus, il a été démontré que la technique rapide de mesure du diamètre du test à l'aide du vernier devrait être adoptée puisqu'elle donne des résultats

comparables à ceux d'une technique de mesure plus minutieuse demandant plus de temps d'exécution.

RÉFÉRENCES

Littell, R.C., G.A. Milliken, W.W. Stroup et R.D. Wolfinger. 1996. SAS System for mixed models. SAS Institute Inc., Cary. 633 p.

MAPAQ (Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation). 1997. Compte rendu de l'atelier sur le développement durable de l'oursin vert, 27 et 28 mars 1996. Grande-Rivière. Québec/Canada. 159 p.

Nadeau, M. 1997. L'oursin vert. Colloque sur l'avenir des espèces marines sous-exploitées, 6 et 7 novembre 1997. Gaspé. Québec/Canada. 30 p.

Mottet, M.G. 1976. The fishery biology of sea urchins in the family Strongylocentrotidae. Washington Department of Fisheries. Technical report 20. 60 p.

MPO. 2000. L'oursin vert des eaux côtières du Québec. MPO – Sciences, rapport sur l'état des stocks C4-13 (2000).

REMERCIEMENTS

Nous remercions Bernadette Lagacé pour l'assistance fournie au laboratoire. Nous remercions également Marcel Fréchette et François Grégoire pour leurs commentaires et suggestions sur le manuscrit.

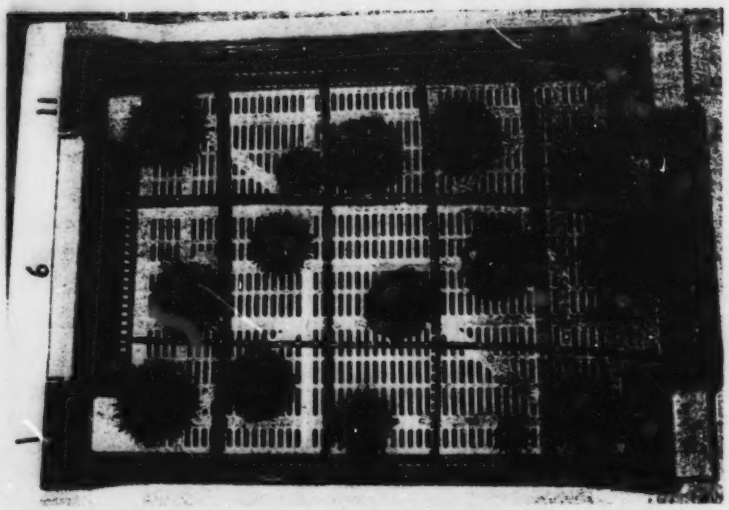

Figure 1. Panier utilisé pour l'entreposage des oursins.

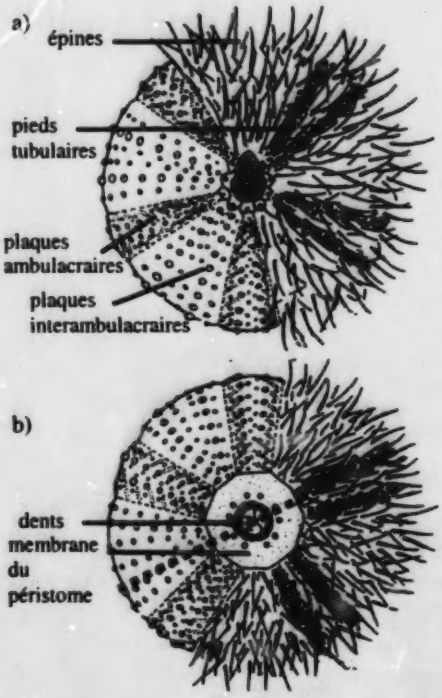

Figure 2. Vue externe de l'oursin a) face dorsale et b) face ventrale. (Adapté de Mottet 1976). Le trait diagonal en pointillé représente le diamètre correspondant à la largeur maximale du test.

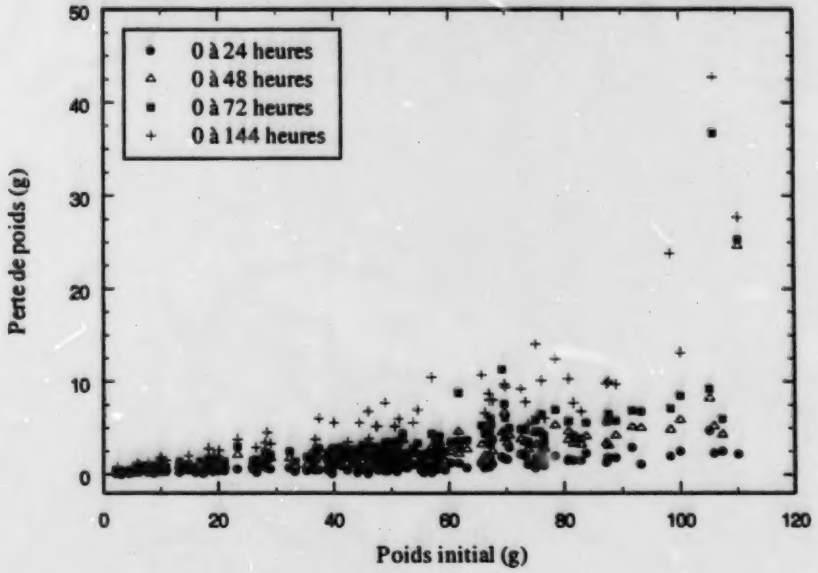

Figure 3. Pertes de poids cumulatives (g) selon le poids initial des oursins verts pour différentes périodes d'entreposage.

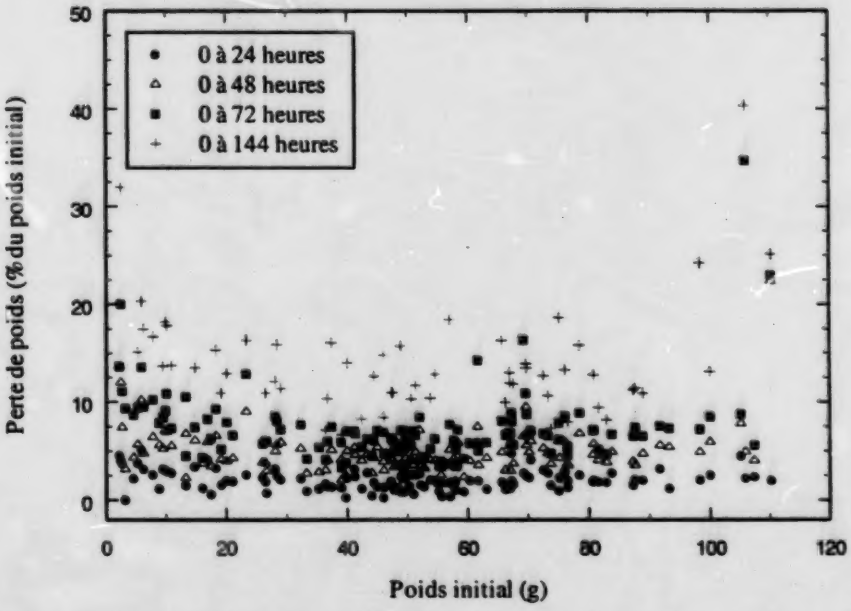

Figure 4. Pertes de poids cumulatives (%) selon le poids initial des oursins verts pour différentes périodes d'entreposage.

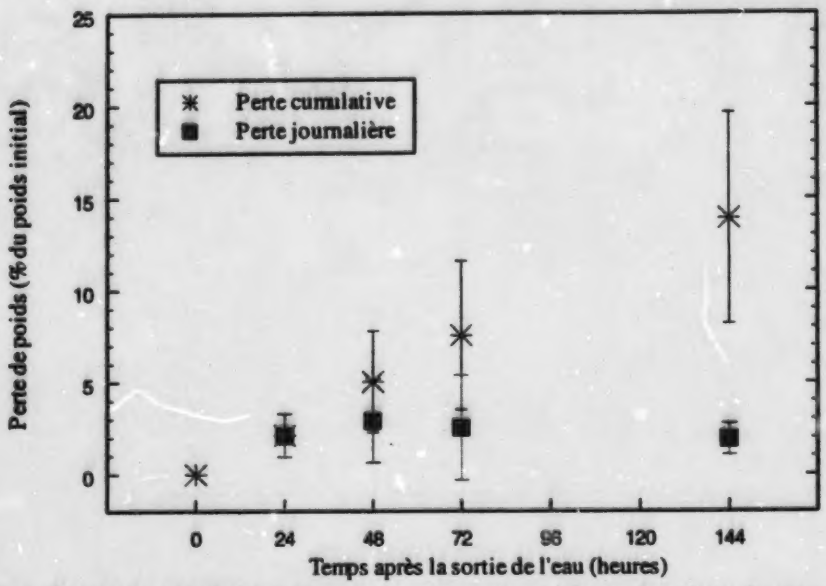

Figure 5. Pertes de poids quotidiennes et cumulatives (%) en fonction du temps d'entreposage chez l'oursin vert.

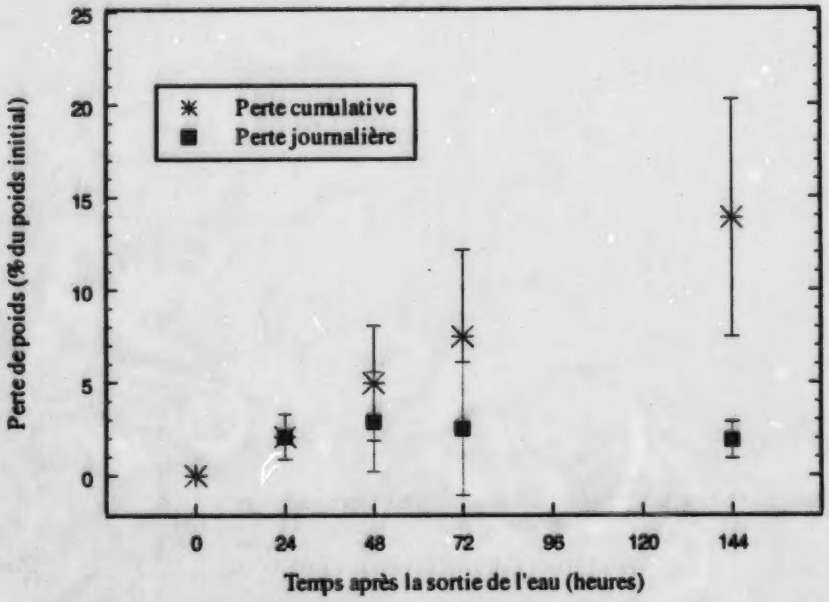

Figure 6. Pertes de poids quotidiennes et cumulatives (%) en fonction du temps d'entreposage chez les oursins verts de taille commerciale (≥ 50 mm).

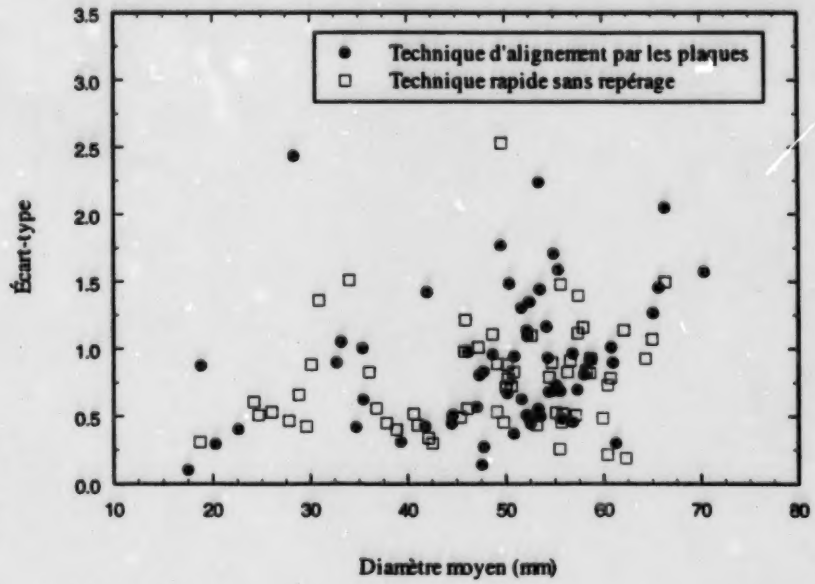

Figure 7. Écarts-types associés à la moyenne des diamètres pour chaque oursin selon les deux techniques de mesure.

Annexe 1. Diamètre du test, poids initial à la sortie de l'eau et pertes de poids cumulées après 24, 48, 72 et 144 heures chez l'oursin vert.

	Groupe 1						Groupe 2					
No	Diamètre (mm)	Poids initial (g)	Perte de poids cumulative (g) 24 h	48 h	72 h	144 h	No	Diamètre (mm)	Poids initial (g)	Perte de poids cumulative (g) 24 h	48 h	72 h	144 h
1	65.1	105.9	2.3	5.2	36.7	42.7	1	51.7	52.0	1.4	3.7	4.4	.
2	36.1	18.3	0.6	1.2	1.7	2.8	2	52.5	61.7	3.6	4.6	8.8	.
3	57.4	76.1	2.2	4.5	6.5	10.1	3	65.7	107.4	2.5	4.3	6.0	.
4	45.9	40.0	0.9	2.0	2.8	5.6	4	55.5	67.3	3.2	4.0	6.0	.
5	60.4	88.9	1.8	4.2	5.8	9.7	5	55.6	61.8	1.2	2.2	3.1	.
6	37.9	20.1	0.4	0.8	1.6	2.6	6	58.9	80.7	1.5	3.7	5.7	.
7	57.2	66.3	0.7	2.0	4.4	6.6	7	60.8	76.6	1.5	2.8	4.2	.
8	59.9	87.6	1.8	3.1	6.5	10.0	8	57.4	75.2	1.7	3.2	4.6	.
9	42.2	29.0	0.6	1.7	2.1	3.3	9	47.6	43.3	1.2	2.0	2.7	.
10	47.3	42.4	0.5	1.7	2.3	3.5	10	49.6	45.0	0.6	2.4	3.2	.
11	38.9	23.3	0.6	2.1	3.0	3.8	11	61.0	83.8	2.3	4.1	5.6	.
12	40.7	28.1	0.9	1.4	2.4	3.4	12	52.6	51.0	0.3	1.8	3.6	.
13	58.7	76.6	1.0	2.7	3.5	6.1	13	54.4	60.4	1.2	2.4	3.5	.
14	52.7	50.6	1.3	2.1	2.8	5.2	14	52.3	55.2	0.5	0.9	1.9	.
15	54.7	69.7	4.6	6.6	7.6	9.7	15	51.7	49.7	1.1	2.1	3.1	.
16	60.7	81.6	1.5	3.3	4.2	7.7	16	55.8	67.4	1.3	3.9	5.4	.
17	50.2	53.8	1.1	2.2	2.8	5.6	17	47.8	39.0	0.5	1.6	2.3	.
18	56.6	73.3	2.0	3.5	4.8	7.8	18	52.2	49.4	1.5	2.5	3.5	.
19	57.5	75.1	0.7	4.5	5.9	14.0	19	35.4	17.5	0.1	0.6	1.1	.
20	58.0	80.8	1.6	4.6	5.8	10.3	20	48.7	48.5	0.6	1.7	2.4	.
21	66.4	110.2	2.2	24.6	25.3	27.7	21	50.2	44.1	0.2	1.2	2.0	.
22	58.7	73.8	1.1	2.7	3.5	5.4	22	46.3	35.3	0.4	1.0	1.9	.
23	50.6	49.4	0.4	1.0	1.7	3.0	23	42.1	26.0	0.6	1.0	1.5	.
24	49.2	44.4	0.8	1.9	2.7	5.6	24	66.4	105.1	4.7	8.2	9.2	.
25	54.5	65.7	1.2	3.2	5.3	10.7	25	41.8	26.7	0.2	0.8	1.6	.
26	55.9	72.6	2.2	3.8	4.9	9.2	26	32.7	13.3	0.2	0.3	0.6	.
27	50.9	46.0	0.1	1.8	3.2	6.8	27	39.3	21.1	0.4	0.9	1.4	.
28	46.1	36.7	0.5	1.5	2.2	3.8	28	56.9	70.5	2.9	4.2	5.0	.
29	45.4	37.4	0.5	1.9	2.8	6.0	29	50.9	52.8	0.7	1.7	2.3	.
30	62.3	98.3	2.0	4.8	7.1	23.8	30	47.1	41.2	1.3	2.2	2.9	.
31	50.1	48.9	1.2	2.6	3.5	7.7	31	54.9	52.2	0.8	1.8	2.2	.
32	34.1	14.8	0.5	0.9	1.1	2.0	32	55.0	58.1	0.6	1.9	3.0	.
33	30.1	9.9	0.3	0.7	0.9	1.8	33	53.6	58.4	2.0	3.4	4.2	.
34	64.4	100.0	2.5	5.9	8.5	13.1	34	70.4	125.2	6.1	23.4	25.0	.
35	42.6	28.4	0.7	1.6	2.3	4.5	35	53.5	57.7	0.8	2.4	3.5	.
36	55.7	67.0	0.8	3.7	4.6	8.7	36	61.3	93.2	1.1	5.0	6.8	.
37	30.9	10.9	0.3	0.6	0.8	1.5	37	54.2	55.7	0.2	0.9	1.9	.
38	62.1	82.9	1.5	3.2	3.9	6.8	38	47.4	39.7	0.1	1.0	1.5	.
39	45.9	36.4	0.6	1.1	1.5	2.6	39	56.9	70.2	1.6	3.4	4.7	.
40	49.7	47.5	0.7	1.9	2.9	5.2	40	52.5	50.3	0.7	2.0	3.4	.
41	48.7	39.1	0.5	0.8	1.3	2.6	41	22.7	4.6	0.1	0.2	0.4	.
42	60.5	87.3	1.3	3.4	5.7	9.8	42	54.3	59.4	0.5	1.4	2.5	.
43	55.2	57.0	1.0	2.9	4.4	10.5	43	35.5	16.1	0.2	0.6	0.7	.
44	49.8	46.1	0.6	1.4	2.2	3.9	44	55.2	63.2	0.7	2.7	3.7	.
45	41.1	26.5	0.5	1.0	1.6	2.9	45	53.5	58.0	1.1	2.2	3.3	.
46	53.2	54.6	1.1	2.2	3.4	7.0	46	17.6	2.2	0.1	0.3	0.3	.
47	56.3	69.8	1.7	3.9	6.1	9.4	47	33.2	13.3	0.2	0.9	1.4	.
48	50.3	51.3	1.3	2.5	3.4	6.0	48	65.2	91.7	2.9	5.1	6.9	.
49	58.3	78.5	2.0	5.3	7.0	12.4	49	50.4	48.9	0.4	1.7	2.8	.
50	49.2	47.3	0.9	2.0	3.0	5.2	50	58.1	69.3	1.9	4.5	11.3	.
51	55.7	67.1	0.8	2.0	4.6	8.0	51	44.7	33.3	0.3	0.9	1.4	.
52	55.5	67.6	1.1	2.5	3.8	8.0	52	52.2	55.6	1.0	1.4	2.2	.
53	36.8	19.2	0.3	0.8	1.0	2.1	53	50.9	47.8	0.5	1.6	2.4	.
54	28.8	9.5	0.3	0.5	0.8	1.3	54	53.4	57.1	0.2	1.0	2.1	.
55	29.6	10.1	0.3	0.7	1.1	1.8	55	44.6	32.3	0.7	1.7	2.5	.
56	27.8	7.8	0.2	0.5	0.8	1.3	56	18.9	2.7	0.1	0.2	0.3	.
57	26.1	6.3	0.2	0.3	0.6	1.1	57	47.8	41.3	1.0	1.9	2.8	.

Annexe 2. Pertes moyennes de poids par jour (g), écarts-types et valeurs minimales et maximales observés chez l'oursin vert pour différentes périodes d'entreposage.

Intervalle de temps (heures)	N	Perte de poids moyenne (g)	Écart-type	Minimum	Maximum
0-24	120	1,1	0,9	0	6,1
24-48	120	1,5	2,5	0,1	22,4
48-72	120	1,3	2,9	0	31,5
72-144	60	0,9	0,8	0,1	5,6

Annexe 3. Pertes moyennes de poids par jour (%), écarts-types et valeurs minimales et maximales observés chez l'oursin vert pour différentes périodes d'entreposage.

Intervalle de temps (heures)	N	Perte de poids moyenne (% du poids initial)	Écart-type	Minimum	Maximum
0-24	120	2,1	1,2	0,0	6,6
24-48	120	2,9	2,3	0,7	20,3
48-72	120	2,5	2,8	0,0	29,7
72-144	60	1,9	0,8	0,7	5,7

Annexe 4. Pertes moyennes de poids par jour (%), écarts-types et valeurs minimales et maximales observés chez l'oursin vert de taille commerciale (≥ 50 mm) pour différentes périodes d'entreposage.

Intervalle de temps (heures)	N	Perte de poids moyenne (% du poids initial)	Écart-type	Minimum	Maximum
0-24	69	2,1	1,2	0,2	6,6
24-48	69	2,9	2,7	0,7	20,3
48-72	69	2,5	3,6	0,6	29,7
72-144	32	1,9	1,0	0,7	5,7

Annexe 5. Résultats de l'analyse déterminant l'effet de l'alimentation chez l'oursin vert sur le pourcentage de perte de poids observé dans les trois jours suivant la sortie de l'eau. (Analyse de variance à mesures répétées avec matrice de covariance autorégressive d'ordre 1, AR1.)

Test des effets fixes *

Source	NDL**	DDL***	Valeurs de F	P
Condition	1	118	2,35	0,1280
Jour	3	357	226,77	0,0001

Solution pour effets fixes *

Effet	Estimation	Écart-type	DL	Valeurs de T	P
Ordonnée à l'origine	7,8275	0,2977	118	26,29	0,0000
Condition nourris	-0,5548	0,3620	118	-1,53	0,1280
Condition non nourris	0,0000	-	-	-	-
Jour 0 (0 heures)	-7,5500	0,2919	357	-25,87	0,0001
Jour 1 (24 heures)	-5,4306	0,2625	357	-20,69	0,0001
Jour 2 (48 heures)	-2,5238	0,2063	357	-12,24	0,0001
Jour 3 (72 heures)	0,0000	-	357	-	-

* Nombre d'observations = 480
** Nombre de degrés de liberté au numérateur
*** Nombre de degrés de liberté au dénominateur

Annexe 6. Résultats obtenus par les deux techniques de mesure de diamètre du test chez l'oursin vert.

No	Méthode d'alignement des plaques					
	Mesures du diamètre (mm)				Diam. moy.	Écart-type
	1	2	3	4		
1	51,3	51,3	52,6	51,5	51,7	0,6
2	53,0	51,9	52,7	52,4	52,5	0,5
3	67,8	64,4	65,4	65,3	65,7	1,5
4	56,8	53,4	56,6	55,0	55,5	1,6
5	55,9	56,3	55,5	54,7	55,6	0,7
6	60,1	57,9	58,9	58,5	58,9	0,9
7	61,9	60,7	59,5	61,2	60,8	1,0
8	57,3	56,5	57,4	58,2	57,4	0,7
9	47,6	47,5	47,8	47,5	47,6	0,1
10	52,2	48,4	48,7	49,0	49,6	1,8
11	60,4	62,3	61,0	60,4	61,0	0,9
12	53,0	52,8	52,4	52,0	52,6	0,4
13	55,1	54,9	54,0	53,7	54,4	0,7
14	53,1	50,8	52,1	53,1	52,3	1,1
15	53,5	51,5	51,1	50,5	51,7	1,3
16	56,2	55,5	55,2	56,1	55,8	0,5
17	48,7	47,9	48,0	46,7	47,8	0,8
18	52,8	50,7	52,0	53,3	52,2	1,1
19	36,9	34,9	34,8	35,0	35,4	1,0
20	48,6	47,5	49,8	49,0	48,7	1,0
21	50,3	51,1	49,8	49,6	50,2	0,7
22	46,3	45,4	47,6	45,7	46,3	1,0
23	44,0	40,6	42,0	41,7	42,1	1,4
24	69,4	65,5	65,7	64,9	66,4	2,0
25	41,7	41,4	42,4	41,7	41,8	0,4
26	33,6	33,1	32,7	31,5	32,7	0,9
27	39,3	39,6	39,5	38,9	39,3	0,3
28	56,7	58,0	55,7	57,2	56,9	1,0
29	51,1	51,2	50,4	50,7	50,9	0,4
30	47,6	47,3	46,3	47,3	47,1	0,6
31	54,5	54,5	55,9	54,6	54,9	0,7
32	57,0	55,4	54,6	52,9	55,0	1,7
33	55,6	53,5	52,5	52,6	53,6	1,4
34	69,2	72,7	69,7	70,0	70,4	1,6
35	56,7	52,3	53,2	51,7	53,5	2,2
36	61,2	60,9	61,4	61,6	61,3	0,3
37	55,9	53,4	53,5	54,0	54,2	1,2
38	48,5	46,6	47,2	47,2	47,4	0,8
39	57,0	57,5	56,6	56,5	56,9	0,5
40	54,5	51,7	52,1	51,7	52,5	1,3
41	22,3	22,3	23,0	23,0	22,7	0,4
42	53,8	53,3	55,3	54,9	54,3	0,9
43	35,1	35,9	34,8	36,1	35,5	0,6
44	55,3	56,2	54,5	54,9	55,2	0,7
45	54,2	53,5	53,1	53,2	53,5	0,5
46	17,5	17,5	17,7	17,5	17,6	0,1
47	34,7	33,2	32,3	32,7	33,2	1,1
48	64,7	66,2	66,2	63,6	65,2	1,3
49	49,1	50,7	52,4	49,5	50,4	1,5
50	58,4	57,6	59,0	57,2	58,1	0,8
51	45,0	45,1	44,0	44,5	44,7	0,5
52	52,3	52,8	51,7	51,8	52,2	0,5
53	49,7	51,0	52,0	51,0	50,9	0,9
54	53,6	52,8	53,0	54,0	53,4	0,6
55	45,1	44,3	44,1	44,7	44,6	0,4
56	19,1	17,7	18,8	19,8	18,9	0,9
57	48,0	47,9	47,9	47,4	47,8	0,3
58	34,2	34,9	35,2	34,7	34,8	0,4
59	_	29,6	25,6	30,0	28,4	2,4
60	20,3	20,0	20,7	20,2	20,3	0,3

No	Méthode rapide sans repérage					
	Mesures du diamètre (mm)				Diam. moy.	Écart- type
	1	2	3	4		
1	65,2	66,2	65,2	63,6	65,1	1,1
2	35,9	37,3	35,4	35,8	36,1	0,8
3	58,3	58,4	56,2	56,7	57,4	1,1
4	45,7	45,1	45,2	47,7	45,9	1,2
5	60,1	60,4	60,5	60,6	60,4	0,2
6	37,5	37,6	38,5	37,8	37,9	0,5
7	57,4	57,5	56,4	57,3	57,2	0,5
8	60,4	59,3	59,8	60,2	59,9	0,5
9	42,5	42,3	42,1	41,7	42,2	0,3
10	46,0	48,4	47,6	47,0	47,3	1,1
11	38,9	39,1	38,3	39,2	38,9	0,4
12	39,9	41,1	40,8	40,8	40,7	0,5
13	59,7	58,1	58,9	57,9	58,7	0,8
14	53,6	51,7	53,6	51,7	52,7	1,1
15	54,0	55,5	55,5	53,9	54,7	0,9
16	61,6	60,7	60,9	59,7	60,7	0,8
17	49,3	51,4	50,0	50,0	50,2	0,9
18	56,4	56,8	55,5	57,7	56,6	0,9
19	57,3	55,9	57,4	59,3	57,5	1,4
20	57,0	59,3	58,6	57,0	58,0	1,2
21	66,0	68,4	64,8	66,3	66,4	1,5
22	57,4	59,6	58,9	58,9	58,7	0,9
23	51,2	49,7	50,4	51,2	50,6	0,7
24	48,5	49,8	49,1	49,2	49,2	0,5
25	54,4	53,4	54,9	55,2	54,5	0,8
26	56,3	56,3	55,4	55,4	55,9	0,5
27	52,1	50,3	50,5	50,6	50,9	0,8
28	45,6	46,1	45,9	46,9	46,1	0,6
29	45,8	44,7	45,6	45,6	45,4	0,5
30	62,0	62,3	62,4	62,4	62,3	0,2
31	50,5	49,6	49,3	50,8	50,1	0,7
32	33,9	35,2	35,2	32,0	34,1	1,5
33	29,7	29,4	31,4	30,0	30,1	0,9
34	63,4	64,0	65,6	64,4	64,4	0,9
35	42,4	42,4	43,0	42,4	42,6	0,3
36	56,0	54,5	57,6	54,5	55,7	1,5
37	30,6	29,8	32,9	30,4	30,9	1,4
38	61,0	62,4	63,6	61,5	62,1	1,1
39	44,7	45,8	47,1	45,9	45,9	1,0
40	48,6	47,3	49,7	53,2	49,7	2,5
41	48,5	47,8	48,2	50,3	48,7	1,1
42	59,7	60,0	61,3	60,8	60,5	0,7
43	55,6	54,8	55,6	54,6	55,2	0,5
44	49,7	49,2	50,2	50,1	49,8	0,5
45	40,8	40,9	40,8	41,7	41,1	0,4
46	53,6	53,4	52,6	53,1	53,2	0,4
47	56,5	57,3	56,2	55,3	56,3	0,8
48	51,3	50,2	50,2	49,4	50,3	0,8
49	59,4	58,3	58,0	57,4	58,3	0,8
50	49,7	50,0	48,0	49,0	49,2	0,9
51	55,6	56,1	56,0	55,1	55,7	0,5
52	55,2	55,8	55,6	55,4	55,5	0,3
53	36,6	36,3	37,6	36,7	36,8	0,6
54	29,3	27,9	28,8	29,3	28,8	0,7
55	29,8	29,2	30,1	29,3	29,6	0,4
56	27,9	27,3	27,6	28,4	27,8	0,5
57	25,5	26,3	25,8	26,7	26,1	0,5
58	24,2	25,4	24,5	24,7	24,7	0,5
59	23,9	23,6	24,3	25,0	24,2	0,6
60	19,0	18,8	18,9	18,3	18,8	0,3

Annexe 7. Moyenne et valeurs minimale et maximale des écarts-types associés à la mesure de diamètre selon la taille de l'oursin et la méthode utilisée.

Méthode*	Classe de taille (mm)	Nombre d'oursins	Moyenne des écarts-types	Minimum	Maximum
Plaque	10-19	2	0,5	0,1	0,8
	20-29	3	1,0	0,3	2,4
	30-39	6	0,7	0,3	1,1
	40-49	12	0,8	0,1	1,8
	50-59	30	0,9	0,4	2,2
	60-69	6	1,2	0,3	2,0
	70-79	1	1,6	---	---
	tous	60	0,9	0,1	2,4
Rapide	10-19	1	0,3	---	---
	20-29	6	0,5	0,4	0,7
	30-39	7	0,9	0,4	1,5
	40-49	14	0,8	0,3	2,5
	50-59	24	0,8	0,3	1,5
	60-69	8	0,8	0,2	1,5
	tous	60	0,8	0,2	2,5

* Plaque : méthode d'alignement par les plaques
Rapide : méthode rapide sans repérage